

ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЗАЩИТА ОТ НИХ РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ионизирующим излучением называется излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака. ИИ состоит из заряженных и незаряженных частиц, к которым относят и фотоны. Энергию ИИ измеряют в электрон-вольтах [эВ] $1\text{Эв}=1,6 \cdot 10^{-10}\text{Дж}$



Естественные источники ИИ:

- космические лучи;
- земная радиация;

Искусственные источники радиации:

- медицинские процедуры;
- атомная энергетика.

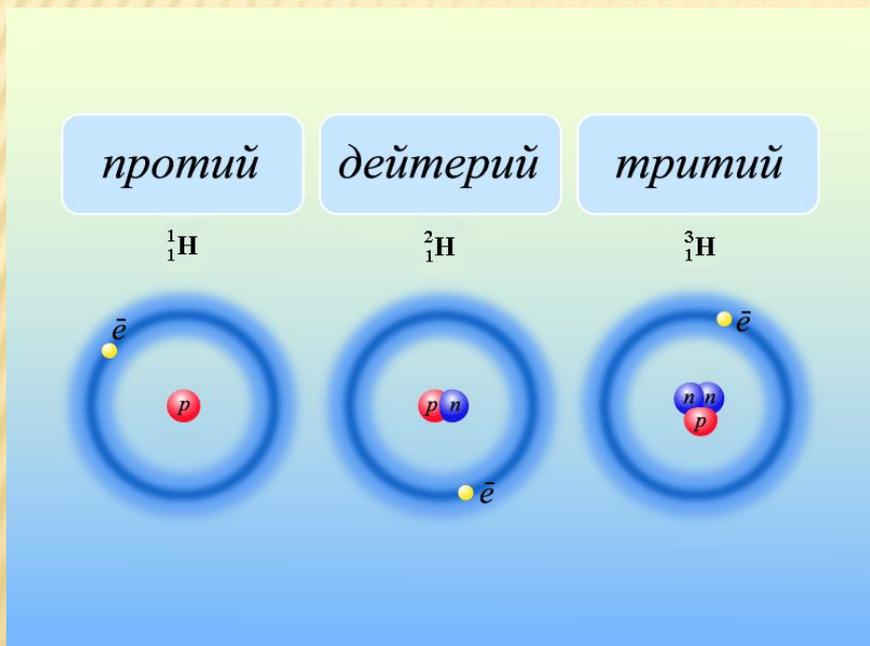
Различают корпускулярное и фотонное ИИ

Корпускулярное ионизирующее излучение – поток элементарных частиц с массой покоя, отличной от нуля, образующихся при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, либо генерируемых на ускорителях. К нему относятся: α - и β -частицы, нейтроны (n), протоны (p).

Фотонное излучение – поток электромагнитных колебаний, которые распространяются в вакууме со скоростью 300 000 км/с. Включает: -гамма, рентгеновское (характеристическое и тормозное) излучения. Обладая одной и той же природой, эти виды ЭМИ различаются условиями образования.

Естественной радиоактивностью называется самопроизвольное превращение ядер неустойчивых изотопов в ядра изотопов других химических элементов.

ПРИРОДА РАДИАЦИИ



Атомы, имеющие ядра с одинаковым количеством протонов, но различающиеся по числу нейтронов, относятся к разновидностям одного и того же химического элемента и называются изотопами.

Ядра всех изотопов составляют группу, которая получила название «нуклидов».



Радиоактивным рядом называется последовательность радиоактивных превращений от некоторого материнского ядра. Естественно-радиоактивные семейства: семейство урана ${}_{92}\text{U}^{238}$, семейство тория ${}_{90}\text{Th}^{232}$. В каждом из радиоактивных семейств происходит альфа и бета распад и заканчивается на устойчивых ядрах свинца.

Периодом полураспада называется время, за которое распадается половина первоначального количества ядер.

Периоды полураспада изменяются в очень широких пределах: 4,5 млрд. лет у урана, у радия 1590 лет, у радона 3,8 суток, у одного из изотопов полония $-1,5 \cdot 10^{-4}\text{с}$.

Количественной характеристикой радиоактивного вещества является **активность**, которая определяет число радиоактивных превращений в секунду. Единицы измерения:

Беккерель $1\text{Бк}=1\text{ распад/с (СИ)}$ **Кюри** $1\text{Ки}=3,7 \cdot 10^{10}\text{ Бк}$.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

АЛЬФА - РАСПАД

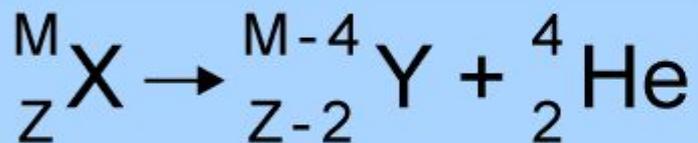


Альфа – распад

По своим характеристикам эта частица представляет собой ядро атома гелия и называется «альфа частицей»

Энергия α частиц, испускаемых различными радионуклидами, лежит в пределах **2-8 МэВ**. При этом ядра данного радионуклида испускают α частицы, обладающие одной и той же энергией.

При выбросе альфа -частицы за счет уменьшения в ядре атомов протонов образуется новый химический элемент.



α

электроны

Поле ядра

Элементы ядра

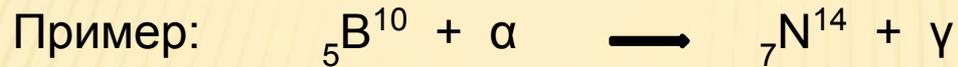
Ионизация и возбуждение

Торможение

Захват ядром

Альфа-частица, попадая в любое вещество, теряет свою энергию в результате взаимодействия с электронами атома, полем ядра и самим ядром

Альфа-частица, попадая в любое вещество, теряет свою энергию в результате взаимодействия с электронами атома, полем ядра и самим ядром. Новый элемент по своей природе может быть радиоактивным, т.е. иметь неустойчивое ядро. В этом случае его **называют искусственно радиоактивным**.



Расстояние, проходящее альфа -частицей в веществе, **называется проникающей способностью альфа -частицы**.

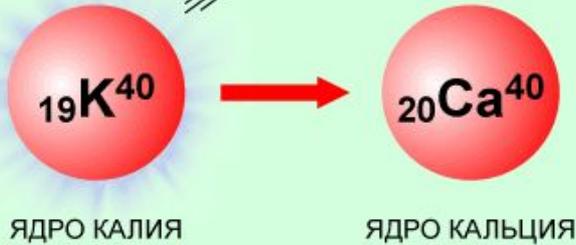
Пробег альфа - частицы в воздухе составляет 8-9 см, в мягкой биологической ткани несколько десятков микрометров. Удельная ионизация, т. е число пар ионов, создаваемых частицей в единице объема массы среды или на единице длины пути. У альфа частиц наибольшая ионизирующая способность и наименьшая проникающая способность. Удельная ионизация достигает от **25 до 60 тыс.** пар ионов на 1 см. пути в воздухе.

Защита от альфа - частиц: достаточно обеспечить удаление от источника излучения на **8-10 см**, чтобы гарантировать полную защиту от нее.

Но необходимо помнить, что попадание альфа -частицы внутрь организма чрезвычайно опасно. Продукты питания и вода требуют тщательного контроля перед употреблением, если есть подозрение на их загрязнение радиоактивным веществом.

БЕТА - РАСПАД

ЭЛЕКТРОН



Бета - распад

При определенных условиях один из нейтронов ядра может превращаться в протон или наоборот протон может превращаться в нейтрон.

В первом случае процесс преобразования нейтрона в протон сопровождается образованием и выбросом в молекулярное пространство частицы, которая имеет заряд и массу электрона. Эту частицу называют бета - частицей, а процесс ее образования - **электронным бета - распадом**.

Во втором случае процесс преобразования протона в нейтрон сопровождается образованием и выбросом в молекулярное пространство частицы такой же массы, но с положительным зарядом. Эту частицу называют позитрон, а процесс ее образования - **позитронным бета - распадом**.

β - излучение – это поток электронов или позитронов. Максимальная энергия β – частиц у известных в настоящее время радионуклидов может достигать 3,0 – 3,5 МэВ. Скорость движения частицы при вылете из ядра составляет до 270000 км/ч. *В некоторых случаях ядро атома после выброса бета-частицы может оказаться в возбужденном состоянии* и переход его в стабильное состояние будет сопровождаться излучением в молекулярное пространство **гамма - кванта энергии**.

Бета-частица, попадая в любое вещество, теряет свою энергию в результате взаимодействия с электронами нейтрального атома и полем ядра.

Так как заряд и масса бета -частицы во много раз меньше массы и заряда альфа - частицы, то она на каждой единице пути образует меньшее число пар ионов, теряя при этом меньшую долю энергии.

Поэтому пробег бета - частицы в веществе больше, чем альфа -частицы.

Бета излучение имеет существенно меньшую ионизирующую способность и большую проникающую способность. Средняя величина удельной ионизации в воздухе около 100 пар ионов на 1 см. пути, а максимальный пробег составляет нескольких метров при больших энергиях.

Защита от бета частиц: так как бета частицы полностью поглощаются слоями вещества, то защитные конструкции можно изготавливать из любого материала, но наиболее целесообразно их изготовление из оргстекла (плексигласа), алюминия, стекла и др. При этом необходимо помнить, что пробег альфа- и бета -частиц в веществе во столько раз меньше или больше их пробега в воздухе, во сколько раз плотность вещества соответственно больше или меньше плотности воздуха.

Гамма излучение

Гамма излучение - это поток электромагнитных волн. По своим характеристикам они близки к рентгеновским лучам, но обладают большей энергией, т.к. их частота колебаний выше ($\lambda < 0,03 \text{ нм}$).

По своей природе гамма-излучение ядерного происхождения. Оно сопровождает радиоактивный распад ядра или переход ядра из одного энергетического состояния в другое. Поскольку длина волны гамма-излучения соизмерима с размерами атомов, а энергия квантов составляет десятки килоэлектрон вольт (кэВ) и более, то проникающая способность его очень велика.

Гамма излучение взаимодействует с электронами атома, полем ядра, протонами и нейтронами ядра.

Защита от гамма-излучения: так как гамма-излучение не обладает массой и электрическим зарядом, то какой бы ни была *взята толщина слоя вещества нельзя полностью поглотить поток ЭМВ гамма квантов, можно только ослабить его интенсивность в любое число раз.*

Толщина слоя вещества, после прохождения которого интенсивность гамма-излучения ослабляется в **2 раза, называется слоем половинного ослабления.**

При изготовлении защитных конструкций от гамма-излучения используют **материал большой плотности: свинец, бетон и др.**

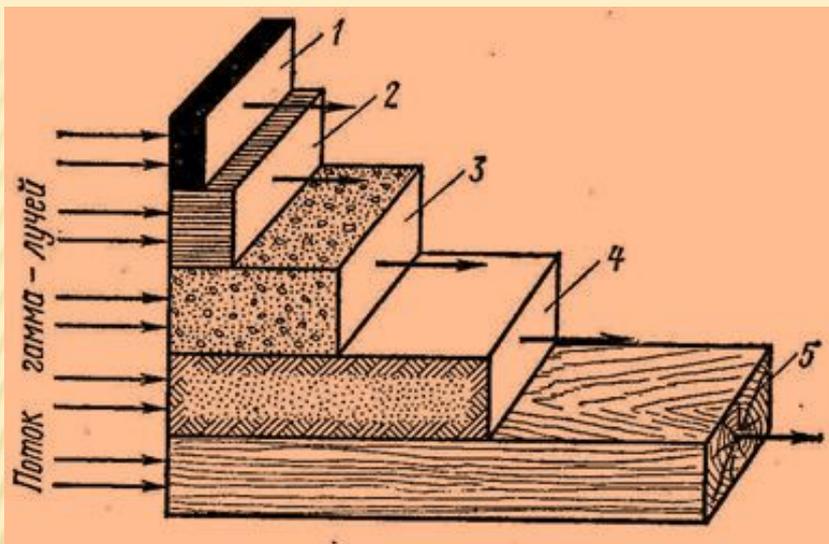


Рис. Сравнительная толщина слоя половинного ослабления гамма-лучей для различных материалов:
 1 – свинец; 2 – сталь; 3 – бетон; 4 – грунт;
 5 – дерево.

Материалы	ρ , г/см ³	Слой половинного ослабления, см	
		гамма-лучи	нейтроны
Свинец	11,3	2	9
Сталь	7,8	3	5
Бетон	2,3	10	12
Грунт	1,6	14	12
Дерево	0,7	30	10

Нейтронное излучение

Источниками нейтронов являются космические излучения (атмосферы достигают нейтроны и протоны), ядерные реакции и ядерные превращения отдельных элементов. По своим энергетическим характеристикам нейтроны делятся на три группы:

тепловые ($E < 0,5$ КэВ),
быстрые ($E = 0,1 - 10$ МэВ) и
сверхбыстрые ($E > 10$ МэВ).

При прохождении через вещество нейтроны взаимодействуют только с ядрами атомов.

Упругое рассеивание. Под действием полученной энергии ядро атома "выскакивает" из электронной оболочки и в молекулярном пространстве производит ионизацию нейтральных атомов. Такие ядра называются ядрами отдачи. Источником отрицательных ионов являются электроны этого атома. В процессе столкновений энергия нейтрона постепенно уменьшается и приближается к энергии теплового движения. Тепловой нейтрон будет блуждать в веществе до тех пор, пока его не захватит одно из ядер атома. При этом образуется изотоп исходного вещества, а избыток энергии ядра, полученный за счет потери скорости движения нейтроном, излучается в окружающее пространство в виде гамма кванта, т. е.

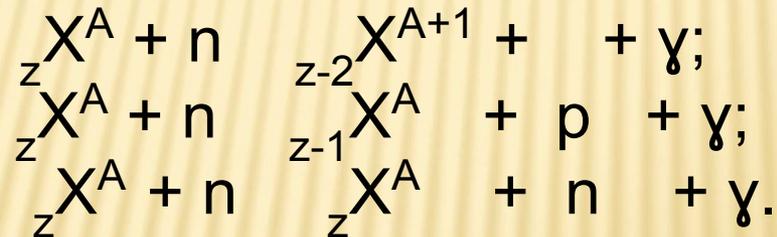


Для того чтобы быстрый нейтрон с первоначальной энергией в 1 МэВ стал тепловым, потребуется порядка 25 столкновений с ядром водорода, или порядка 100 столкновений с ядром углерода, или порядка 2100 столкновений с ядром урана.

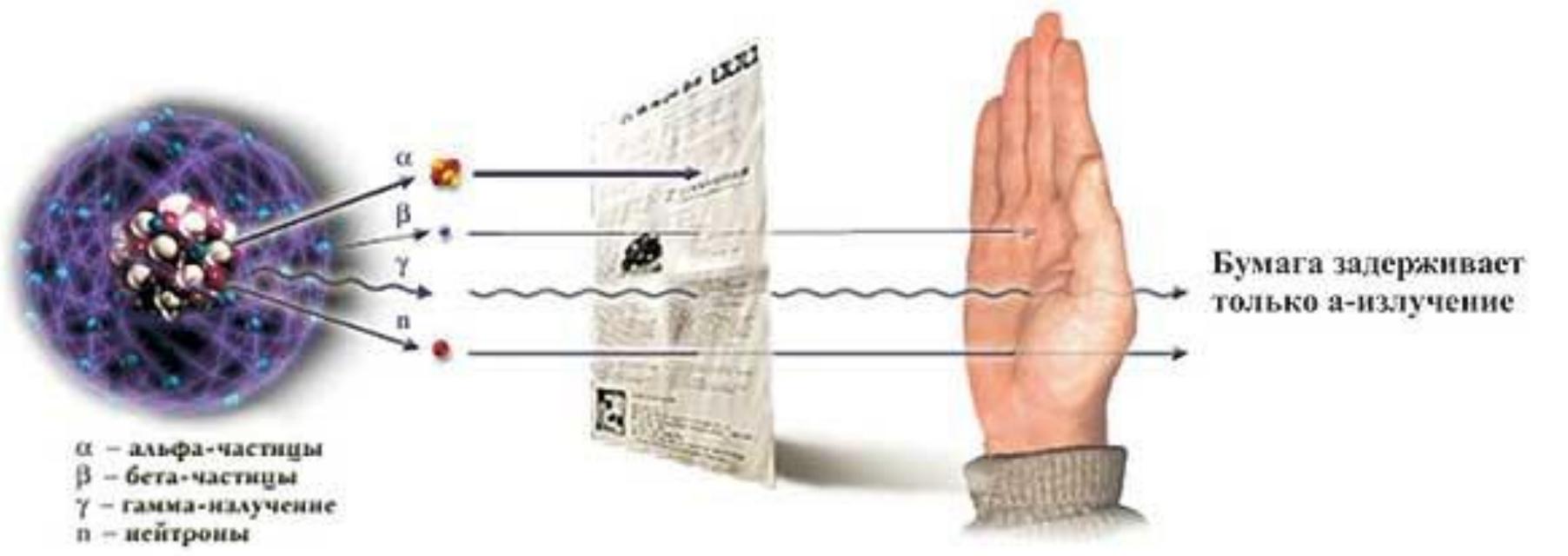
В зависимости от исходного вещества поглощение атомом нейтрона может привести к образованию **искусственного радиоактивного изотопа**.



Не только тепловые, но и быстрые нейтроны могут быть захвачены ядрами атомов. При этом из ядра атома может быть выброшена любая частица (альфа, протон или нейтрон), а избыток энергии, образовавшийся за счет прекращения движения нейтрона, в виде гамма-кванта излучается в окружающее пространство, т. е.



Защита от нейтронного потока: так как при каждом столкновении с ядром нейтрон теряет тем большую часть энергии, чем ближе масса ядра к массе нейтрона, то для защитных конструкции используется материал с малым атомным номером (парафин, вода, полиэтилен и др.). **При защите от нейтронов всегда необходимо предусматривать защиту от гамма-излучения.**



ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА

Эффекты воздействия радиации на человека обычно делятся на две категории

1) **Соматические** (телесные) - возникающие в организме человека, который подвергся облучению.

2) **Генетические** - связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

В результате ионизации живой ткани происходит разрыв молекулярных связей, изменение химической структуры различных соединений, что в свою очередь приводит к гибели клеток.

Радиационные эффекты облучения человека

Соматические эффекты	Генетические эффекты
Лучевая болезнь	Генные мутации
Локальные лучевые поражения	
Лейкозы	
Опухоли разных органов	

Различают **пороговые** (детерминированные) и **стохастические эффекты**.

Детерминированные пороговые эффекты: лучевая болезнь, лучевой дерматит, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.

Первые возникают когда число клеток, погибших в результате облучения, потерявших способность воспроизводства или нормального функционирования, достигает критического значения, при котором заметно нарушаются функции пораженных органов

Воздействие различных доз облучения на человеческий организм

Доза, Гр	Причина и результат воздействия
$(0.7 - 2) \cdot 10^{-3}$	Доза от естественных источников в год
0.05	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0.1	Уровень удвоения вероятности генных мутаций
0.25	Однократная доза оправданного риска в ЧС
1.0	Доза возникновения острой лучевой болезни
3- 5	Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга
10 - 50	Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно-кишечного тракта
100	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы

Стохастические (вероятностные) безпороговые эффекты, такие как злокачественные новообразования, лейкозы, наследственные болезни, могут возникать при любых дозах облучения. С увеличением дозы повышается не тяжесть этих эффектов, а вероятность (риск) их появления

Органы максимального накопления радионуклидов.

Элемент		Наиболее чувствительный орган или ткань.	Масса органа или ткани, кг
Водород	H	Все тело	70
Углерод	C	Все тело	70
Натрий	Na	Все тело	70
Калий	K	Мышечная ткань	30
Стронций	Sr	Кость	7
Йод	I	Щитовидная железа	0.2
Цезий	Cs	Мышечная ткань	30
Барий	Ba	Кость	7
Радий	Ra	Кость	7
Торий	Th	Кость	7
Уран	U	Почки	0.3
Плутоний	Pu	Кость	7

Процесс воздействия ионизирующих излучений на биологическую ткань можно условно разделить на три этапа: физико-химические изменения, химические изменения и биологические изменения.

На первом этапе при облучении биологической ткани наибольшая вероятность распада (радиолиза) молекул воды, которая составляет 60-70% массы биологической ткани. Под действием ИИ на воду образуются свободные радикалы H^+ и OH^- . Таким образом, на первом этапе под действием ионизирующих излучений в биологической ткани *происходит распад молекул воды*, т.е. изменение ее физико-химических свойств.

Второй этап - химически активные группы, взаимодействуя, друг с другом или с нейтральными атомами вещества могут образовать новые молекулы с другими свойствами, которые несовместимы с молекулами ткани. Например, взаимодействия H^+ и OH^- через ряд превращений могут привести к образованию перекиси водорода (H_2O_2). Свободные радикалы вызывают разрушения цепочек макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), что может привести как к массовой гибели клеток, так и канцерогенезу и мутагенезу. Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся (эпителиальные, стволовые, также эмбриональные) клетки.

В биологической ткани произошли химические изменения. биологической ткани произошли химические изменения.

Третий этап - молекула перекиси водорода вступает во взаимодействие с рядом расположенными живыми клетками и разрушает их. Так происходит омертвление биологической ткани.

Продукты радиолиза вступают в химические реакции с молекулами тканей, образуя соединения, не свойственные здоровому организму. Это приводит к нарушению деятельности отдельных функций или систем, а также жизнедеятельности организма в целом.

Общим для всех форм лучевой болезни является нарушение функций всех органов и систем из-за разрушения ткани. В первую очередь поражаются система кроветворения и кровообращения, кишечно-желудочный тракт, ЦНС. Наблюдается общая интоксикация организма (слабость, головные боли, нарушение сна, тошнота и т.д.).

Появляется кровоточивость десен, под кожей появляются характерные кровоизлияния, через некоторое время начинают выпадать волосы. Резко падает сопротивляемость организма к возбудителям инфекционных заболеваний.

Первым признаком облучения организма может служить резкое сокращение лейкоцитов в крови. Например, при общем облучении организма дозой 50 рад. через сутки в крови резко сократится количество лейкоцитов и это можно обнаружить при анализе крови.

Воздействия ионизирующих излучений на организм человека имеют ряд особенностей: действия их на организм человека не ощутимы; имеется скрытый период проявления; действия доз суммируются; обладают мутагенным воздействием.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ ПРИ ОБЩЕМ АВАРИЙНОМ ОБЛУЧЕНИИ

Доза радиации, Гр	Степень лучевой болезни	Начальные симптомы после облучения	Характер первичной реакции после облучения	Латентный (скрытый) период болезни	Период разгара болезни	Изменения в составе крови в период разгара болезни	Клиническая реакция в период разгара болезни	Исход лучевой болезни
1-2	I. Легкая	Через 2-3 часа первичная реакция выражена не всегда (в 30-50% случаев)	Несильная тошнота с одно-двукратной рвотой, стихает в день воздействия облучения	До 4-5 недель	На 5-7-й неделе	Снижение числа лейкоцитов до 1,5-3 тысяч в 1 мм^3 , тромбоцитов до 40-100 тысяч в 1 мм^3 , ускорение СОЭ* до 10-25 мм/ч	Могут выявляться астенические явления (физическая и психическая слабость)	Как правило, 100%-е выздоровление при амбулаторном лечении и даже при отсутствии лечения
2-4	II. Средняя	Через 1-2 часа у 70-80% пострадавших, длится до 1 суток	Рвота 2-3 раза, слабость, недомогание, иногда субфебрильная температура	Обычно 3-4 недели	На 4-5-й неделе	Снижение числа лейкоцитов до 0,5-1,5 тысячи в 1 мм^3 , тромбоцитов до 20-40 тысяч в 1 мм^3 . Развивается агранулоцитоз, повышение СОЭ до 25-40 мм/ч	Возможны инфекционные осложнения, кровоточивость, астенический синдром	Выздоровление наступает у 100% прошедших лечение в течение 2-3 месяцев при отсутствии осложнений

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ ПРИ ОБЩЕМ АВАРИЙНОМ ОБЛУЧЕНИИ

Доза радиации, Гр	Степень лучевой болезни	Начальные симптомы после облучения	Характер первичной реакции после облучения	Латентный (скрытый) период болезни	Период разгара болезни	Изменения в составе крови в период разгара болезни	Клиническая реакция в период разгара болезни	Исход лучевой болезни
4-6	III. Тяжелая	Через 20-40 минут, длится до 2 суток	Множественная рвота, значительно недомогание, температура до 38-39°C	До 10-20 суток, однако с первой недели возможны проявления орофарингеального синдрома. Поражение слизистой рта, гиперемия (переполнение кровью сосудов какого-то органа), эрозия слизистых рта и зева, эритема кожи	2-5 недель	Падение гранулоцитов до 100-500 клеток в мм ³ , тромбоцитов до 10-30 тысяч в 1 мм ³ , повышение СОЭ до 40-80 мм/ч	Лихорадка носит выраженный характер, наблюдаются тяжелые инфекционные и геморрагические (кровоизлияние) осложнения	При специализированном лечении возможно выздоровление через 5-10 месяцев у 50-80% пораженных

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ ПРИ ОБЩЕМ АВАРИЙНОМ ОБЛУЧЕНИИ

Доза радиации, Гр	Степень лучевой болезни	Начальные симптомы после облучения	Характер первичной реакции после облучения	Латентный (скрытый) период болезни	Период разгара болезни	Изменения в составе крови в период разгара болезни	Клиническая реакция в период разгара болезни	Исход лучевой болезни
6-10	IV. Крайне тяжелая	Через 20-30 минут, длится до 3-4 суток	Эритема кожи и слизистых, расстройство желудка, неукротимая рвота, возможно затемнение сознания, температура 38-39 °С			Развивается картина тяжелого поражения органов кроветворения с исчезновением из крови нейтрофилов и тромбоцитов	Могут выявляться кишечные нарушения, жидкий стул, диспептические расстройства с явлениями непроходимости кишечника	Исход излечения сомнителен. Выздоровление возможно лишь у 30-50% пораженных при условии раннего активного лечения в специализированной клинике

Более 10

Чрезвычайно редко встречающиеся случаи аварийного облучения

ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Экспозиционная доза (X) характеризует ионизирующую способность рентгеновского и гамма-излучения в воздухе.

В единицах СИ экспозиционная доза измеряется в кулонах на килограмм (Кл/кг), внесистемной единицей является рентген (Р).

Поглощенная доза (D) - это энергия любого вида ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы любого вещества.

В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм и имеет специальное название грей (Гр), т.е.

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Внесистемной единицей поглощенной дозы является **рад**, при которой 1г. облучаемого вещества поглощает энергию в 100 эрг, т.е.

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 0,01 \text{ Дж/кг} = 0,01 \text{ Гр.}$$

Эквивалентная доза (H_{T+R}) - это поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения.

При расчете эквивалентной дозы взвешивающие коэффициенты берутся равными:

фотоны любых энергий - 1;

электроны и мюоны любых энергий - 1;

нейтроны энергий менее 10 кэВ - 5;

- нейтроны энергий от 2 МэВ до 20 МэВ - 10;
- нейтроны энергий более 2 МэВ - 5;
- протоны энергий более 2 МэВ - 5;
- альфа - частицы и тяжелые ядра - 20.

Единицей измерения **эквивалентной дозы** в системе СИ является **зиверт (Зв)**

1 Зв = 1 Гр·к, = 1 Дж/кг при к=1, где к – коэффициент качества.

Внесистемной единицей эквивалентной дозы является **бэр - биологический эквивалент рада**. 1 бэр - это такая поглощенная доза любого излучения, которая вызывает тот же биологический эффект, что и 1 рад гамма - излучения, т.е. 1 Зв = 100 бэр.

Как мера риска возникновения отдельных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиационной чувствительности используется

Эффективная доза (E). - поглощенная в организме энергия ионизирующего излучения, усредненная с учетом разного биологического воздействия различных видов излучения и неодинаковой чувствительности к ним органов и тканей.

Измеряется в зивертах (Зв) или (1 Зв - 10 бэр).

Определяется по формуле

$$E = \sum H_T(t) \cdot W_T,$$

где $H_T(t)$ — эквивалентная доза в ткани Т за время t ;

W_T — взвешивающий коэффициент для ткани Т.

Взвешивающие коэффициенты для тканей (органов) при расчете эффективной дозы:

Взвешивающие коэффициенты для тканей (органов) при расчете эффективной

дозы: гонады	- 0,2;
костный мозг (красный)	- 0,12;
толстый кишечник	- 0,12;
легкие	- 0,12;
желудок	- 0,12;
мочевой пузырь	- 0,05;
грудная железа	- 0,05;
печень	- 0,05;
пищевод	- 0,05;
щитовидная железа	- 0,05;
кожа	- 0,01;
клетки костных поверхностей	- 0,01;
остальное	- 0,05.

При оценке опасности воздействия ионизирующего излучения на организм человека важно знать скорость накопления дозы или **мощность дозы излучения (P)**, которая представляет собой приращение дозы за интервал времени к этому интервалу времени. **P/ч, Гр/ч, рад/ч, бэр/ч, Зв/ч**

За единицу мощности дозы принято: или их производные значения в разных сочетаниях.

НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Правовой базой радиационной безопасности населения является Федеральный закон "О радиационной безопасности населения" № 3-ФЗ от 09.01.96 г.;

Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" №52-ФЗ от 30.03.99 г.;

Федеральный закон "Об использовании атомной энергии" № 170-ФЗ от 21.11.95 г.;

Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды" № 2060-1 от 19.12.91г.;

Нормы радиационной безопасности НРБ – 99 (СП.2.6.1.758-99)

применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. Распространяются на следующие виды воздействий ионизирующих излучений на человека:

- облучение в условиях нормальной эксплуатации технических источников ионизирующих излучений;
- облучение в условиях радиационной аварии ;
- облучение природными источниками ионизирующих излучений;

А. Ограничение облучения населения техногенными источниками ИИ .

Категории облучаемых лиц: - персонал (группы А и Б);

Нормируемые величины*	Пределы доз	
	персонал (группа А)**	население
Эффективная доза	20 мЗв в год	1 мЗв (0,1 бэр) в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза***	150 мЗв	15 мЗв
коже****	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 Зв	50 мЗв

для населения за период жизни – (70 лет) - 70мЗв;

для персонала за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000мЗв.

Б. Ограничение облучения населения природными источниками ИИ.

Основными природными источниками ионизирующего облучения являются естественный фон, излучения зданий и сооружений, а также внутреннее облучение за счет естественных радионуклидов в питьевой воде и продуктах питания.

При проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы мощность дозы гамма-излучения в них не превышала мощности на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч (30мкбэр/ч), а объемная среднегодовая активность изотопов радона и тория в воздухе помещений (A_v) не превышала 100 Бк/м³.

В эксплуатируемых зданиях объемная среднегодовая активность изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. При более высоких значениях применяются защитные мероприятия. Эффективная доза за счет естественных радионуклидов в питьевой воде не должна превышать 0,1 мЗв. **Эквивалентная доза за счет естественного фона составляет порядка 0,1 бэр в год.**

В. Медицинское облучение населения источниками ИИ.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований практически здоровых лиц **эффективная годовая доза облучения не должна превышать 1 мЗв (0,1 бэр).**

Г. Ограничение облучения населения в условиях радиационной аварии.

Мероприятия по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии проводятся в зоне радиационной аварии (ЗРА).

При анализе сложившейся обстановки в условиях радиационной аварии рассматривается два предела параметров: уровень А и уровень Б.

Критерии для принятия неотложных решений в начальном периоде радиационной аварии.

Меры защиты	Предотвращаемая доза за первые 10 суток, мГр			
	на все тело		щитовидная железа, легкие, кожа	
	уровень А	уровень Б	уровень А	уровень Б
Укрытие	5	50	50	500
Йодная профилактика: взрослые	-	-	250*	2500*
дети	-	-	100*	1000*
Эвакуация	50	500	500	5000

